

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 1月27日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-017775

[ ST.10/C ]:

[ JP 2003-017775 ]

出 願 人

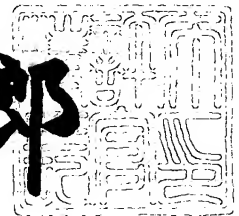
Applicant(s):

株式会社村田製作所

2003年 5月 2日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3031462

【書類名】 特許願

【整理番号】 02855MR

【提出日】 平成15年 1月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01G 4/12

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 平 浩明

【発明者】

【住所又は居所】 京都府長岡京市天神二丁目26番10号 株式会社村田製作所内

【氏名】 松本 宏之

【特許出願人】

【識別番号】 000006231

【氏名又は名称】 株式会社村田製作所

【代理人】

【識別番号】 100092071

【弁理士】

【氏名又は名称】 西澤 均

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 043993

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9004889

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 積層セラミック電子部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

セラミック素子中に、複数の内部電極がセラミック層を介して対向するように配設され、かつ、互いに対向する内部電極が交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出され、該端面に形成された外部電極に接続された構造を有する積層セラミック電子部品であって、

交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一対の内部電極についてみた場合に、

一対の内部電極の各引き出し側が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなる引き出し側狭幅部を備えた形状を有し、

一対の内部電極の各引き出し側とは逆側の先端側は、コーナ部の先端が切り落とされた形状を有しており、かつ、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部と、対向する他方の内部電極の先端が切り落とされた先端側コーナ部は、互いに正対しないように異なる形状を有していること

を特徴とする積層セラミック電子部品。

【請求項 2】

互いに対向する一対の内部電極の、それぞれの引き出し側狭幅部が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるテーパ形状を有しているとともに、それぞれの先端側コーナ部が、斜めに切り落とされたテーパ形状を有しており、かつ、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部のテーパ形状部では、テーパ辺の長さが異なっており、引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、先端側コーナ部のテーパ形状部とが正対しないように構成されていること

を特徴とする請求項 1 記載の積層セラミック電子部品。

【請求項 3】

互いに対向する一対の内部電極の、それぞれの引き出し側狭幅部が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるような所定の曲率半径の丸みを有する形状を備えているとともに、

互いに対向する一対の内部電極の、それぞれの先端側コーナ部が、所定の曲率半径の丸みを有する形状を備えており、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部の曲率半径が、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部の曲率半径と異なっており、引き出し側狭幅部と、先端側コーナ部とが正対しないように構成されていること

を特徴とする請求項 1 の記載の積層セラミック電子部品。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本願発明は、セラミック素子中に、複数の内部電極がセラミック層を介して積層され、かつ、互いに対向する内部電極が交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出されて外部電極に接続された構造を有する積層セラミック電子部品に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】

積層セラミック電子部品の代表的なものの 1 つである積層セラミックコンデンサは、例えば、図 1 0 に示すように、セラミック素子 5 1 中に、複数の内部電極 5 2 a, 5 2 b が誘電体層であるセラミック層 5 3 を介して積層され、かつ、互いに対向する内部電極 5 2 a, 5 2 b が交互にセラミック素子 5 1 の逆側の端面に引き出されて、該端面に形成された外部電極 5 4 a, 5 4 b に接続された構造を有している。

【 0 0 0 3 】

このような構造を有する積層セラミックコンデンサは、通常、例えば、図 1 1 に示すように、スクリーン印刷法などの方法により、導電ペーストを塗布して表面に内部電極パターン 6 2 a, 6 2 b を形成したセラミックグリーンシート 6 3 a, 6 3 b を積層するとともにその上下両面側に、内部電極が形成されてい

いセラミックグリーンシート（ダミーシート）63cを積層、圧着し、焼成した後、焼成後の積層体（セラミック素子）51の両端面に導電ペーストを塗布し、焼き付けて一対の外部電極54a, 54b（図10）を形成することにより製造されている。

## 【0004】

上述のような構造を有する積層セラミックコンデンサにおいては、金属である内部電極、誘電体層であるセラミック層、セラミック層の内部電極が配設された領域とその周囲の内部電極が配設されていないギャップ部、内部電極が配設されていない外層側のセラミック層の各領域において、熱膨張係数が異なったり、接合状態が異なったりするため、高温での焼成時には問題となるほどの応力が発生しない場合でも、室温に冷却される際に残留応力が発生する場合がある。

そして、この残留応力は、通常、セラミック層を介して互いに対向する内部電極のコーナ部に集中し、はがれの原因になったりするという問題点がある。

## 【0005】

そこで、この残留応力の内部電極のコーナ部への集中を避けるため、図12に示すように、内部電極52a, 52bの先端部を略円弧状にした積層セラミックコンデンサが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

## 【0006】

また、図13(a), (b)に示すように、内部電極52a, 52bの引き出し部55の幅Wを、他の部分（容量形成部）56の幅 $W_0$ より小さくするとともに、内部電極52a, 52bの先端側コーナ部、及び引き出し部55側のコーナ部（狭幅部分のコーナ部）に丸みを付けて略円弧状にするとともに、積層チップ素体の稜線部に丸みをつけた構成を有する積層チップ部品が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

## 【0007】

## 【特許文献1】

実開平4-92624号公報

## 【特許文献2】

特開2000-124064号公報

## 【 0 0 0 8 】

しかし、特許文献 1 の積層セラミックコンデンサの場合、内部電極間に介在するセラミック層の厚み（素子厚）が厚い場合には、残留応力の問題を解決することができるが、内部電極及びセラミック層の積層数が多くなり、セラミック層の厚みが数  $\mu\text{m}$  以下に薄くなると、相対的に金属である内部電極の、セラミック素子（チップ）全体に占める割合が増大して、残留応力が大きくなり、さらなる対策が必要となるに至っている。

## 【 0 0 0 9 】

また、特許文献 2 の積層チップ部品は、積層チップ素体の稜線部のかけを防止するために、積層チップ素体の稜線部に丸みをつけた場合において、内部電極と積層チップ素体の外周との距離を確保し、表面放電を防ぐことを目的とするものであり、内部電極の先端側コーナ部と、狭幅部分のコーナ部がセラミック層を介して正対するため、内部電極及びセラミック層の積層数が多くなると、内部電極が積層チップ素体に占める割合が増大して、焼成後の残留応力が大きくなるという問題点がある。

## 【 0 0 1 0 】

本願発明は、上記問題点を解決するものであり、残留応力によるはがれなどの構造欠陥の発生を抑制、防止することが可能な、信頼性の高い積層セラミック電子部品を提供することを目的とする。

## 【 0 0 1 1 】

## 【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本願発明（請求項 1）の積層セラミック電子部品は、

セラミック素子中に、複数の内部電極がセラミック層を介して対向するように配設され、かつ、互いに対向する内部電極が交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出され、該端面に形成された外部電極に接続された構造を有する積層セラミック電子部品であって、

交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一対の内部電極についてみた場合に、

一对の内部電極の各引き出し側が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなる引き出し側狭幅部を備えた形状を有し、

一对の内部電極の各引き出し側とは逆側の先端側は、コーナ部の先端が切り落とされた形状を有しており、かつ、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部と、対向する他方の内部電極の先端が切り落とされた先端側コーナ部は、互いに正対しないように異なる形状を有していること

を特徴としている。

#### 【 0 0 1 2 】

交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一对の内部電極についてみた場合の、一对の内部電極の各引き出し側を、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなる引き出し側狭幅部を備えた形状とし、一对の内部電極の各引き出し側とは逆側の先端側を、コーナ部の先端が切り落とされた形状とし、かつ、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部と、対向する他方の内部電極の先端が切り落とされた先端側コーナ部を異なる形状とすることにより、引き出し側狭幅部と内部電極の先端側コーナ部が正対することを防止して、残留応力の発生を抑制し、はがれなどの構造欠陥の発生を抑制、防止することが可能になる。

#### 【 0 0 1 3 】

本願発明において、内部電極の引き出し側狭幅部は、内部電極の引き出し側の一部に形成されていればよく、例えば、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるテーパ形状部を引き出し側狭幅部として設けるとともに、該引き出し側狭幅部（テーパ形状部）よりも引き出し方向先端（セラミック素子の引き出し側端面）側に、内部電極の引き出し方向に平行な平行部を設けたり、あるいは、引き出し側狭幅部よりも引き出し方向先端側に、先端側に近づくにつれて幅が徐々に広がる拡幅部を設けたりすることも可能である。

なお、内部電極の引き出し部の幅を容量形成部の幅より小さくすることにより、外部からの水分などの侵入を抑制して、信頼性を向上させることが可能になる。

## 【 0 0 1 4 】

また、請求項 2 の積層セラミック電子部品は、

互いに対向する一对の内部電極の、それぞれの引き出し側狭幅部が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるテーパ形状を有しているとともに、それぞれの先端側コーナ部が、斜めに切り落とされたテーパ形状を有しており、かつ、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部のテーパ形状部では、テーパ辺の長さが異なっており、引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、先端側コーナ部のテーパ形状部とが正対しないように構成されていること

を特徴としている。

## 【 0 0 1 5 】

引き出し側狭幅部と先端側コーナ部をテーパ形状とし、かつ、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部のテーパ形状部において、テーパ辺の長さを異ならせることにより、引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、先端側コーナ部のテーパ形状部のテーパ辺どうしが正対することを確実に防止することが可能になり、残留応力の発生を抑制、防止することが可能になる。

## 【 0 0 1 6 】

また、請求項 3 の積層セラミック電子部品は、

互いに対向する一对の内部電極の、それぞれの引き出し側狭幅部が、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるような所定の曲率半径の丸みを有する形状を備えているとともに、

互いに対向する一对の内部電極の、それぞれの先端側コーナ部が、所定の曲率半径の丸みを有する形状を備えており、

互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部の曲率半径が、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部の曲率半径と異なっており、引き出し側狭幅部と、先端側コーナ部とが正対しないように構成されていること

を特徴としている。



【0017】

引き出し側狭幅部と先端側コーナ部を、所定の曲率半径の丸みを有する形状とし、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部の曲率半径を、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部の曲率半径と異ならせることにより、引き出し側狭幅部と、先端側コーナ部が正対することを確実に防止することが可能になり、残留応力の発生を抑制、防止することが可能になる。

【0018】

【発明の実施の形態】

以下、本願発明の実施の形態を示してその特徴とするところをさらに詳しく説明する。

【0019】

【実施形態1】

図1は本願発明の一実施形態にかかる積層セラミック電子部品（この実施形態では積層セラミックコンデンサ）を示す断面図であり、図2(a)は内部電極のパターンを示す平面図、図2(b)は内部電極の重なり状態を示す平面図である。

この実施形態1の積層セラミックコンデンサは、図1、図2(a)、(b)に示すように、セラミック素子1中に、複数の内部電極2a、2bが誘電体層であるセラミック層3を介して積層され、かつ、互いに対向する内部電極2a、2bが交互にセラミック素子1の逆側の端面に引き出されて、該端面に形成された外部電極4a、4bに接続された構造を有している。

【0020】

そして、この実施形態1の積層セラミックコンデンサにおいては、交互にセラミック素子1の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一对の内部電極2a、2bについてみた場合に、一对の内部電極2a、2bの引き出し側が、セラミック素子1の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるテーパ形状を有する部分（引き出し側狭幅部）12a、12bを備えており、一对の内部電極2a、2bの引き出し側とは逆側の先端側コーナ部13a、13bは、先端が切り落とされたテーパ形状を有している。

【0021】

また、引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b よりさらに先端（セラミック素子 1 の引き出し側端面）側には、内部電極 2 a, 2 b の容量形成部 C a, C b よりも幅が狭く、内部電極 2 a, 2 b の引き出し方向に平行な平行部 1 4 a, 1 4 b を備えている。

#### 【 0 0 2 2 】

そして、対向する一方の内部電極 2 a（2 b）の引き出し側狭幅部 1 2 a（1 2 b）のテーパ形状部のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極 2 b（2 a）の先端側コーナ部 1 3 b（1 3 a）のテーパ形状部のテーパ辺 T 2 の長さは、互いに異なっており（ $T 1 > T 2$ ）、引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b のテーパ形状部と、先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b のテーパ形状部とが正対しないように構成されている。

この実施形態 1 では、テーパ辺 T 1 がテーパ辺 T 2 よりも長く形成されているが、テーパ辺（T 1, T 2）の長さの大小の関係は逆にすることも可能である。

なお、この実施形態 1 の積層セラミックコンデンサでは、互いに対向する内部電極 2 a と 2 b とは、回転対称の同一形状を有しているが、異なる形状とすることも可能である。

#### 【 0 0 2 3 】

次に、この積層セラミックコンデンサの製造方法について説明する。

(1) まず、チタン酸バリウム系セラミックスなどの誘電体セラミックスを主成分とするセラミックスラリーを調整する。そして、このセラミックスラリーをシート成形し、セラミックグリーンシートを得る。

(2) しかる後、矩形のセラミックグリーンシート上に、Ni 粉末を導電成分とする導電ペーストを印刷することにより、内部電極 2 a, 2 b（図 1, 図 2）に対応する形状の内部電極パターンを印刷する。

(3) それから、セラミックグリーンシートを適宜の枚数交互に繰り返して積層し、上下に必要な応じて内部電極パターンを形成していない矩形のセラミックグリーンシートを積層し、圧着することにより、未焼成のセラミック積層体を得る。

(4) 次に、未焼成のセラミック積層体を所定の条件で脱脂し、焼成する。これ

により、内部電極パターンが焼付けられて内部電極 2 a, 2 b (図 1, 図 2) が形成され、セラミックグリーンシートが焼成されてセラミック層 3 (図 1) が形成され、セラミック素子 1 (図 1) が形成される。

(5)それから、Cu を導電成分とする導電ペーストを塗布して焼き付けることにより、外部電極 4 a, 4 b (図 1) を形成する。

(6)その後、外部電極 4 a, 4 b に、Ni めっき、Sn めっきを施す (図示せず) ことにより、図 1 に示すような積層セラミックコンデンサ (完成品) が得られる。なお、この積層セラミックコンデンサの寸法は、3. 2 mm (長さ) × 1. 6 mm (幅) × 1. 6 mm (高さ) で、セラミック層 (誘電体層) 3 の厚さは約 2  $\mu$  m、電極枚数は 4 6 0 枚である。

#### 【 0 0 2 4 】

以下、上記実施形態 1 において、対向する一方の内部電極 2 a (2 b) の引き出し側狭幅部 1 2 a (1 2 b) のテーパ形状部のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極 2 b (2 a) の先端側コーナ部 1 3 b (1 3 a) のテーパ形状部のテーパ辺 T 2 の長さを異ならせた積層セラミックコンデンサを実験例 1 ~ 6 として作製した。

#### 【 0 0 2 5 】

##### (1) 実験例 1

実験例 1 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の引き出し側において直角を成す辺が 2 4 0  $\mu$  m ( $T 1 = 3 3 9 \mu$  m) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b を有し、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が 1 2 0  $\mu$  m ( $T 2 = 1 7 0 \mu$  m) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。

#### 【 0 0 2 6 】

##### (2) 実験例 2

実験例 2 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が 1 6 0  $\mu$  m ( $T 2 = 2 2 6 \mu$  m) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。引き出し

側狭幅部 1 2 a, 1 2 b については実験例 1 と同様である。

【 0 0 2 7 】

( 3 ) 実験例 3

実験例 3 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が  $80\ \mu\text{m}$  ( $T2 = 113\ \mu\text{m}$ ) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b については実験例 1 と同様である。

【 0 0 2 8 】

( 4 ) 実験例 4

実験例 4 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が  $40\ \mu\text{m}$  ( $T2 = 57\ \mu\text{m}$ ) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b については実験例 1 と同様である。

【 0 0 2 9 】

( 5 ) 実験例 5

実験例 5 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が  $200\ \mu\text{m}$  ( $T2 = 283\ \mu\text{m}$ ) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b については実験例 1 と同様である。

【 0 0 3 0 】

( 6 ) 実験例 6

実験例 6 の積層セラミックコンデンサは、内部電極 2 a, 2 b の先端側において直角を成す辺が  $320\ \mu\text{m}$  ( $T2 = 452\ \mu\text{m}$ ) の直角二等辺三角形を切り落とした形状の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を有する構成のものである。引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b については実験例 1 と同様である。

また、比較のため、以下の比較例 1, 2 及び 3 の積層セラミックコンデンサを作製した。

【 0 0 3 1 】

( 1 ) 比較例 1

この比較例 1 の積層セラミックコンデンサは、図 4 (a), (b) に示すように、互いに対向する一対の内部電極 2 a, 2 b についてみた場合に、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側が、セラミック素子 1 の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるテーパ形状を有する部分（引き出し側狭幅部）1 2 a, 1 2 b を備えており、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側とは逆側の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b は、先端が切り落とされたテーパ形状を有しているが、対向する一方の内部電極 2 a (2 b) の引き出し側狭幅部 1 2 a (1 2 b) のテーパ形状部のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極 2 b (2 a) の先端側コーナ部 1 3 b (1 3 a) のテーパ形状部のテーパ辺 T 2 との長さが同一で、互いに対向する一対の内部電極 2 a, 2 b の容量形成部 C a, C b を正対させた場合に、引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b のテーパ形状部と、先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b のテーパ形状部とが正対する構成（図 4 (b) 参照）のものである。その他の構成は上記実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと同様である。

なお、比較例 1 では引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b 及び先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b の両方が、直角を成す辺が  $240\ \mu\text{m}$  の直角二等辺三角形を切り落としたテーパ形状となっている。

#### 【0032】

##### (2) 比較例 2

比較例 2 の積層セラミックコンデンサは、図 5 に示すように、互いに対向する一対の内部電極 2 a, 2 b についてみた場合に、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側は特に幅を変えずにセラミック素子の端部にまで引き出され、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側とは逆側の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b は、先端が切り落とされたテーパ形状を有する構成のものである。その他の構成は上記実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと同様である。

なお、比較例 2 では先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b が、直角を成す辺が  $240\ \mu\text{m}$  の直角二等辺三角形を切り落としたテーパ形状となっている。

#### 【0033】

##### (3) 比較例 3

比較例 3 の積層セラミックコンデンサは、図 6 に示すように、方形状の内部電

極 2 a, 2 b を備えた構成のもので、内部電極 2 a, 2 b の引き出し側が特に幅を変えずにセラミック素子の端部にまで引き出されているとともに、一对の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側とは逆側の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b が方形状の形状を有する構成のものである。その他の構成は上記実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと同様である。

## 【 0 0 3 4 】

## 〔評価試験〕

上述のようにして作製した実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと比較例 1, 2 及び 3 の積層セラミックコンデンサを評価するため、以下の試験を行った。

## ＜試験 1＞

実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと比較例 1, 2 及び 3 の積層セラミックコンデンサ各々 1 0 0 個を、4 0 0 ℃のはんだ槽に、4 0 mm / s の速度で浸漬した後、クラック発生の有無を調べた。

## ＜試験 2＞

実施形態 1 の積層セラミックコンデンサと比較例 1, 2 及び 3 の積層セラミックコンデンサ各々 1 0 0 個を、7 0 ℃に保った 1 0 % クエン酸二水素アンモニウム水溶液に 2 4 h 浸漬した後、クラック発生の有無を調べた。その結果を表 1 に示す。

## 【 0 0 3 5 】

なお、試験 1 及び試験 2 は、大きな負荷をかけた加速試験であることから、表 1 においては、いずれの試料についてもクラックの発生率が高くなっているが、これは試験条件を厳しくした場合の評価用の値であって、製品が通常の条件で使用される場合のクラック発生率を示すものではない。

## 【 0 0 3 6 】

【表 1】

	試験 1	試験 2
実験例 1	20/100	15/100
実験例 2	21/100	32/100
実験例 3	20/100	33/100
実験例 4	42/100	58/100
実験例 5	35/100	62/100
実験例 6	21/100	22/100
比較例 1	40/100	89/100
比較例 2	80/100	92/100
比較例 3	98/100	100/100

## 【0037】

表 1 に示すように、比較例 3 の、内部電極 2 a，2 b が方形の積層セラミックコンデンサの場合、試験 1 及び試験 2 のいずれの場合にも、ほぼ全数にクラックの発生が認められた。

## 【0038】

また、先端側コーナ部 1 3 a，1 3 b のみ角を落としたパターンの内部電極 2 a，2 b を備えた比較例 2 の積層セラミックコンデンサの場合、比較例 3 に比べて試験 1 及び 2 におけるクラックの発生率は低くなっているものの、ほとんどのものにクラックの発生が認められた。

## 【0039】

また、一对の内部電極 2 a，2 b の引き出し側がテーパ形状を有する部分（引き出し側狭幅部）1 2 a，1 2 b を備え、先端側コーナ部 1 3 a，1 3 b もテーパ形状を有しているが、対向する一方の内部電極 2 a（2 b）の引き出し側狭幅部 1 2 a（1 2 b）のテーパ形状部のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極

2 b ( 2 a ) の先端側コーナ部 1 3 b ( 1 3 a ) のテーパ形状部のテーパ辺 T 2 との長さが同一である比較例 1 の積層セラミックコンデンサの場合、比較例 3 , 2 に比べて、試験 1 におけるクラックの発生率は低かったが、試験 2 においてはほとんどのものにクラックの発生が認められ、必ずしも十分な信頼性は得られなかった。

## 【 0 0 4 0 】

これに対し、引き出し側狭幅部 1 2 a , 1 2 b と、先端側コーナ部 1 3 a , 1 3 b をテーパ形状とし、かつ、対向する一方の内部電極 2 a ( 2 b ) の引き出し側狭幅部 1 2 a ( 1 2 b ) のテーパ形状部のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極 2 b ( 2 a ) の先端側コーナ部 1 3 b ( 1 3 a ) のテーパ形状部のテーパ辺 T 2 との長さを異ならせた実験例 1 ~ 5 (  $T 1 > T 2$  ) 、実験例 6 (  $T 1 < T 2$  ) の積層セラミックコンデンサの場合、試験 1 及び 2 のいずれの試験においてもクラックの発生率が低くなっていることがわかる。

## 【 0 0 4 1 】

これは、実施形態 1 の積層セラミックコンデンサの場合、一方の内部電極 2 a ( 2 b ) の引き出し側狭幅部 1 2 a ( 1 2 b ) のテーパ辺 T 1 と、対向する他方の内部電極 2 b ( 2 a ) の先端側コーナ部 1 3 b ( 1 3 a ) のテーパ辺 T 2 との長さを異ならせていることから、互いに対向する一对の内部電極 2 a , 2 b の容量形成部 C a , C b を正対させた場合にも、引き出し側狭幅部 1 2 a , 1 2 b のテーパ形状部と、先端側コーナ部 1 3 a , 1 3 b のテーパ形状部とが正対することが防止され、焼成後の残留応力の発生が抑制されることによるものである。

## 【 0 0 4 2 】

このように、この実施形態 1 の積層セラミックコンデンサにおいては、取得容量を犠牲にすることなく、残留応力の発生を抑制、防止することが可能になり、はがれなどの内部欠陥の発生を防止することができるようになる。また、この実施形態 1 の積層セラミックコンデンサでは、内部電極 2 a , 2 b の引き出し部の幅が容量形成部の幅より小さくなっていることから、外部からの水分などの侵入を抑制して、信頼性を向上させることが可能になる。

## 【 0 0 4 3 】



なお、表 1 において、実験例 4 では、試験 1 及び 2 のクラック発生率が実験例 1 ～ 3、実験例 6 と比べて比較的多くなっているが、これは、実験例 4 の積層セラミックコンデンサの先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を形成するために切り落とした直角二等辺三角形の 1 辺が  $40\mu\text{m}$  で T 2 が比較的小さいためであると考えられる。

また、実験例 5 では、試験 1 及び 2 のクラック発生率が実験例 1 ～ 3、実験例 6 と比べて、比較的多くなっているが、これは、実験例 5 の積層セラミックコンデンサの引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b のテーパ辺 T 1 の大きさと先端側コーナ部 1 3 b, 1 3 a のテーパ辺 T 2 の大きさが近いためであると考えられる。

【0044】

したがって、実験例 1 ～ 3、実験例 6 のように、T 2 を  $100\mu\text{m}$  程度以上になるようにし（実験例 4 より、T 2 =  $57\mu\text{m}$  では試験 1 及び 2 のクラック発生率が高く、また、実験例 3 より、T 2 =  $113\mu\text{m}$  では試験 1 及び 2 のクラック発生率が低い）、かつ、テーパ辺 T 1 と T 2 の寸法差を  $100\mu\text{m}$  程度以上にする（実験例 5 より、T 1 と T 2 の寸法差を  $57\mu\text{m}$  とした場合には試験 1 及び 2 のクラック発生率が高く、また、実験例 2 及び 6 より、T 1 と T 2 の寸法差を  $113\mu\text{m}$  とした場合には試験 1 及び 2 のクラック発生率が低い）ことにより、クラック発生率がさらに抑えられることがわかる。

【0045】

〔実施形態 2〕

図 3 は本願発明の他の実施形態（実施形態 2）にかかる積層セラミック電子部品（この実施形態では積層セラミックコンデンサ）の要部構成を示す図であり、(a) は内部電極のパターンを示す平面図、(b) は内部電極の重なり状態を示す平面図である。

この実施形態 2 の積層セラミックコンデンサにおいては、交互にセラミック素子 1 の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一対の内部電極 2 a, 2 b についてみた場合に、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側が、セラミック素子 1 の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなるような丸みを有する形状の部分（引き出し側狭幅部）1 2 a, 1 2 b を備えており、一対の内部電極 2

a, 2bの引き出し側とは逆側の先端側コーナ部13a, 13bが丸みを有する形状を備えている。

## 【0046】

また、引き出し側狭幅部12a, 12bよりさらに先端（セラミック素子1の引き出し側端面）側には、内部電極2a, 2bの容量形成部Ca, Cbよりも幅が狭く、内部電極2a, 2bの引き出し方向に平行な平行部14a, 14bを備えている。

そして、互いに対向する一方の内部電極2a（2b）の引き出し側狭幅部12a（12b）の曲率半径が、対向する他方の内部電極2b（2a）の先端側コーナ部13b（13a）の曲率半径より大きくなるように構成されている。ただし、曲率半径の大小の関係は逆にすることも可能である。

## 【0047】

この実施形態2のように、引き出し側狭幅部12a, 12bと先端側コーナ部13a, 13bを、所定の曲率半径の丸みを有する形状とし、互いに対向する一方の内部電極2a（2b）の引き出し側狭幅部12a（12b）の曲率半径と、対向する他方の内部電極2b（2a）の先端側コーナ部13b（13a）の曲率半径とを互いに異ならせるようにした場合にも、上記実施形態1の積層セラミックコンデンサの場合と同様の効果を得ることができる。

すなわち、この実施形態2の積層セラミックコンデンサにおいては、対向する一对の内部電極2a, 2bの容量形成部Ca, Cbを正対させた場合にも、引き出し側狭幅部12a, 12bと、先端側コーナ部13a, 13bとが正対することを確実に防止することが可能になり、残留応力の発生を抑制、防止することができる。

## 【0048】

なお、上記実施形態1, 2では、引き出し側狭幅部12a, 12bより先端側には、内部電極2a, 2bの容量形成部Ca, Cbよりも幅が狭く、内部電極2a, 2bの引き出し方向に平行な平行部14a, 14bを備えている場合を例にとって説明したが、例えば、図7及び図8に示すように、引き出し側狭幅部12a, 12bより先端側に平行部を備えていない形状とすることも可能である。

また、図9に示すように、引き出し側狭幅部12a, 12bより先端側に、セラミック素子1の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に広くなるような拡幅部15を設けることも可能である。

【0049】

また、上記実施形態1, 2では、積層セラミックコンデンサを例にとって説明したが、本願発明は、積層バリスタ、積層LC複合部品、その他の、セラミック素子中に、セラミック層を介して複数の内部電極が積層、配設された構造を有する種々の積層セラミック電子部品に広く適用することが可能である。

【0050】

本願発明は、さらにその他の点においても上記実施形態1, 2に限定されるものではなく、内部電極の引き出し側狭幅部及び先端側コーナ部の具体的な形状、セラミック素子の寸法、内部電極の積層数、内部電極の構成材料、誘電体として用いられるセラミックの種類、外部電極の配設位置やパターンなどに関し、発明の範囲内において、種々の応用、変形を加えることが可能である。

【0051】

【発明の効果】

上述のように、本願発明（請求項1）の積層セラミック電子部品は、交互にセラミック素子の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一对の内部電極についてみた場合の、一对の内部電極の各引き出し側を、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなる引き出し側狭幅部を備えた形状とし、一对の内部電極の各引き出し側とは逆側の先端側を、コーナ部の先端が切り落とされた形状とし、かつ、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部と、対向する他方の内部電極の先端が切り落とされた先端側コーナ部を異なる形状としているので、対向する内部電極の容量形成部が正対し、かつ、内部電極の積層数が多い場合にも、残留応力の発生を抑制して、はがれなどの構造欠陥の発生を抑制、防止することが可能になる。また、内部電極の引き出し部の幅を容量形成部の幅より小さくすることにより、外部からの水分などの侵入を抑制して、信頼性を向上させることが可能になる。

【0052】

また、本願発明（請求項 2）の積層セラミック電子部品のように、引き出し側狭幅部と先端側コーナ部をテーパ形状とし、かつ、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部のテーパ形状部において、テーパ辺の長さを異ならせることにより、引き出し側狭幅部のテーパ形状部と、先端側コーナ部のテーパ形状部のテーパ辺どうしが正対することを確実に防止することが可能になり、残留応力の発生を抑制、防止することが可能になる。

## 【 0 0 5 3 】

また、請求項 3 の積層セラミック電子部品のように、引き出し側狭幅部と先端側コーナ部を、所定の曲率半径の丸みを有する形状とし、互いに対向する一方の内部電極の引き出し側狭幅部の曲率半径を、対向する他方の内部電極の先端側コーナ部の曲率半径と異ならせることにより、引き出し側狭幅部と、先端側コーナ部が正対することを確実に防止することが可能になり、残留応力の発生を抑制、防止することが可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図 1】

本願発明の一実施形態（実施形態 1）にかかる積層セラミック電子部品（この実施形態では積層セラミックコンデンサ）の断面図である。

## 【図 2】

（a）は本願発明の一実施形態（実施形態 1）にかかる積層セラミック電子部品（積層セラミックコンデンサ）の内部電極のパターンを示す平面図、（b）は内部電極の重なり状態を示す平面図である。

## 【図 3】

（a）は本願発明の他の実施形態（実施形態 2）にかかる積層セラミック電子部品（積層セラミックコンデンサ）の内部電極のパターンを示す平面図、（b）は内部電極の重なり状態を示す平面図である。

## 【図 4】

（a）は比較例 1 の積層セラミック電子部品（積層セラミックコンデンサ）の内部電極のパターンを示す平面図、（b）は内部電極の重なり状態を示す平面図であ

る。

【図 5】

比較例 2 の積層セラミック電子部品（積層セラミックコンデンサ）の内部電極のパターンを示す平面図である。

【図 6】

比較例 3 の積層セラミック電子部品（積層セラミックコンデンサ）の内部電極のパターンを示す平面図である。

【図 7】

本願発明の実施形態にかかる積層セラミック電子部品の変形例を示す図である。

【図 8】

本願発明の実施形態にかかる積層セラミック電子部品の変形例を示す図である。

【図 9】

本願発明の実施形態にかかる積層セラミック電子部品の変形例を示す図である。

【図 1 0】

従来の積層セラミックコンデンサの断面図である。

【図 1 1】

従来の積層セラミックコンデンサの構成及び製造方法を説明するための分解斜視図である。

【図 1 2】

従来の他の積層セラミックコンデンサの要部を示す斜視図である。

【図 1 3】

従来のさらに他の積層セラミックコンデンサを示す図であり、(a)は内部電極のパターンを示す平面図、(b)は内部電極の重なり状態を示す平面図である。

【符号の説明】

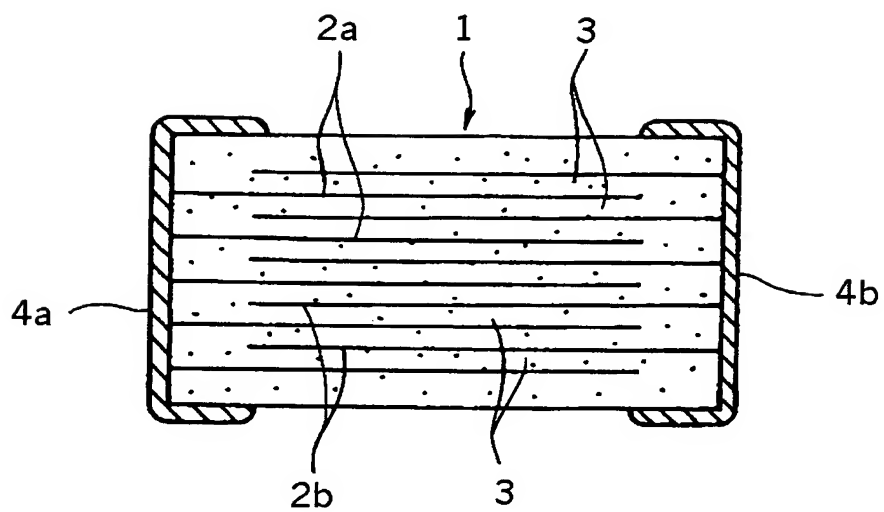
1                    セラミック素子

2 a, 2 b    内部電極

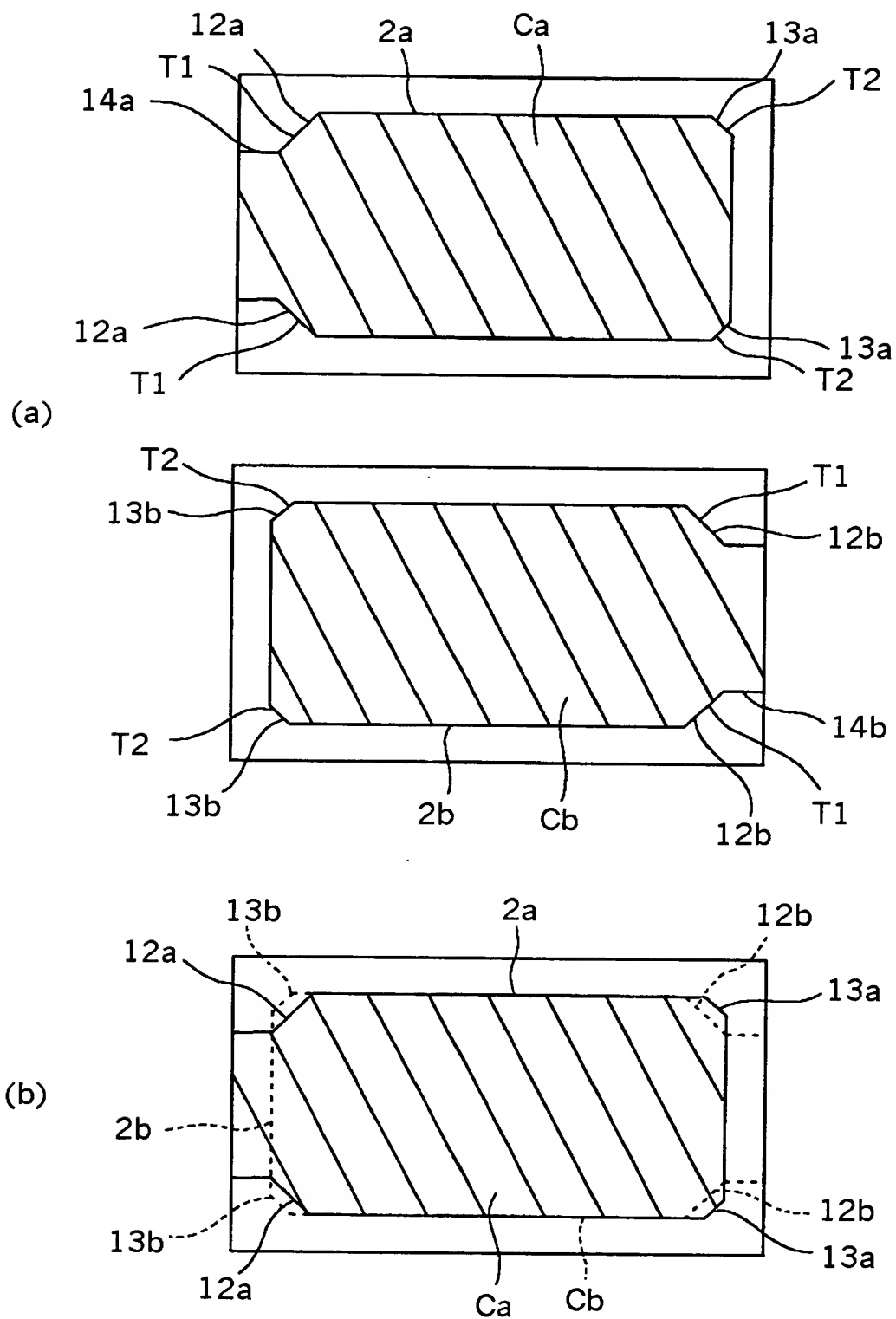
3	セラミック層
4 a, 4 b	外部電極
1 2 a, 1 2 b	引き出し側狭幅部
1 3 a, 1 3 b	先端側コーナ部
1 4 a, 1 4 b	平行部
1 5	拡幅部
C a, C b	容量形成部
T 1	引き出し側狭幅部のテーパ辺
T 2	先端側コーナ部のテーパ辺

【書類名】 図面

【図 1】

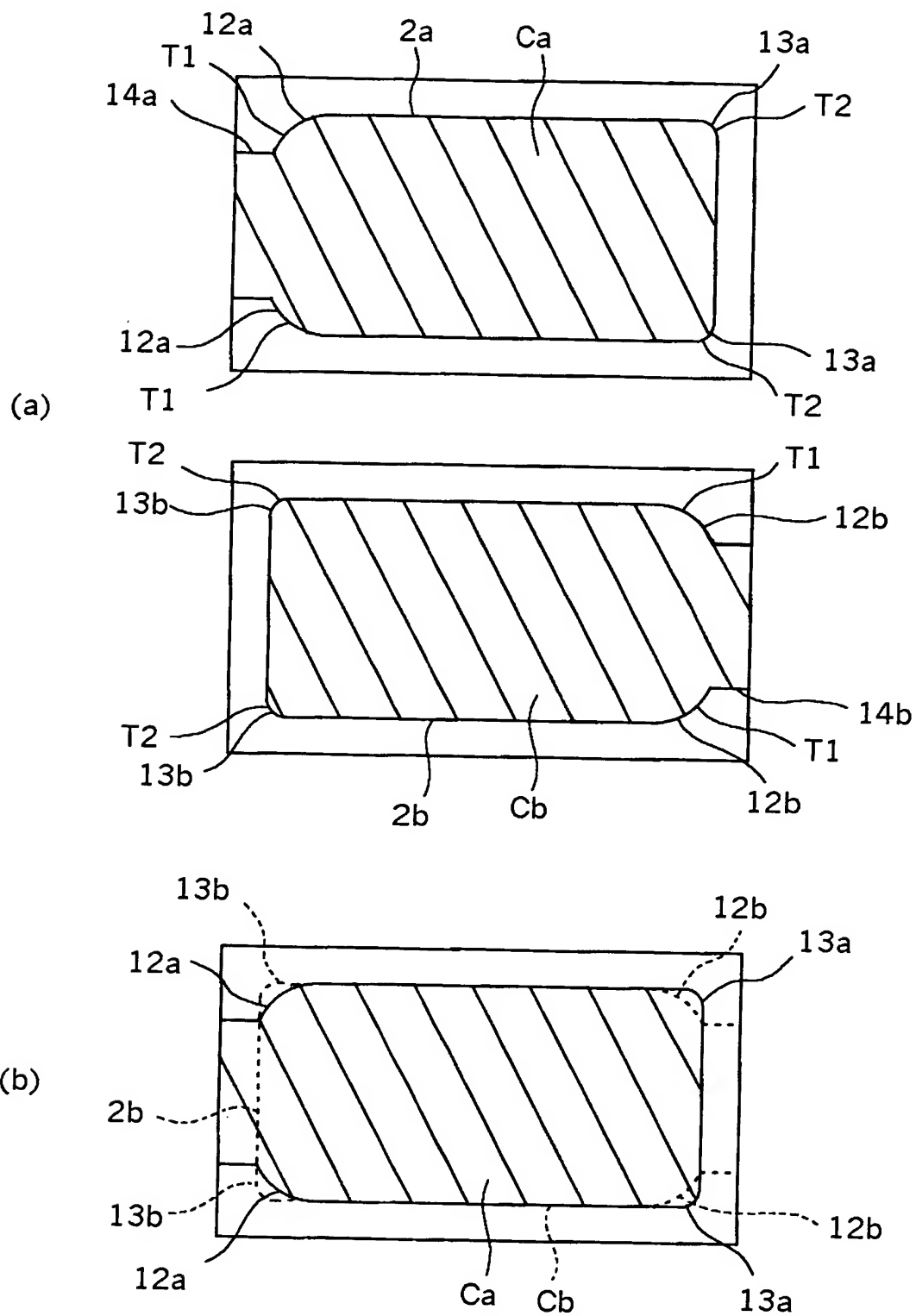


【図 2】

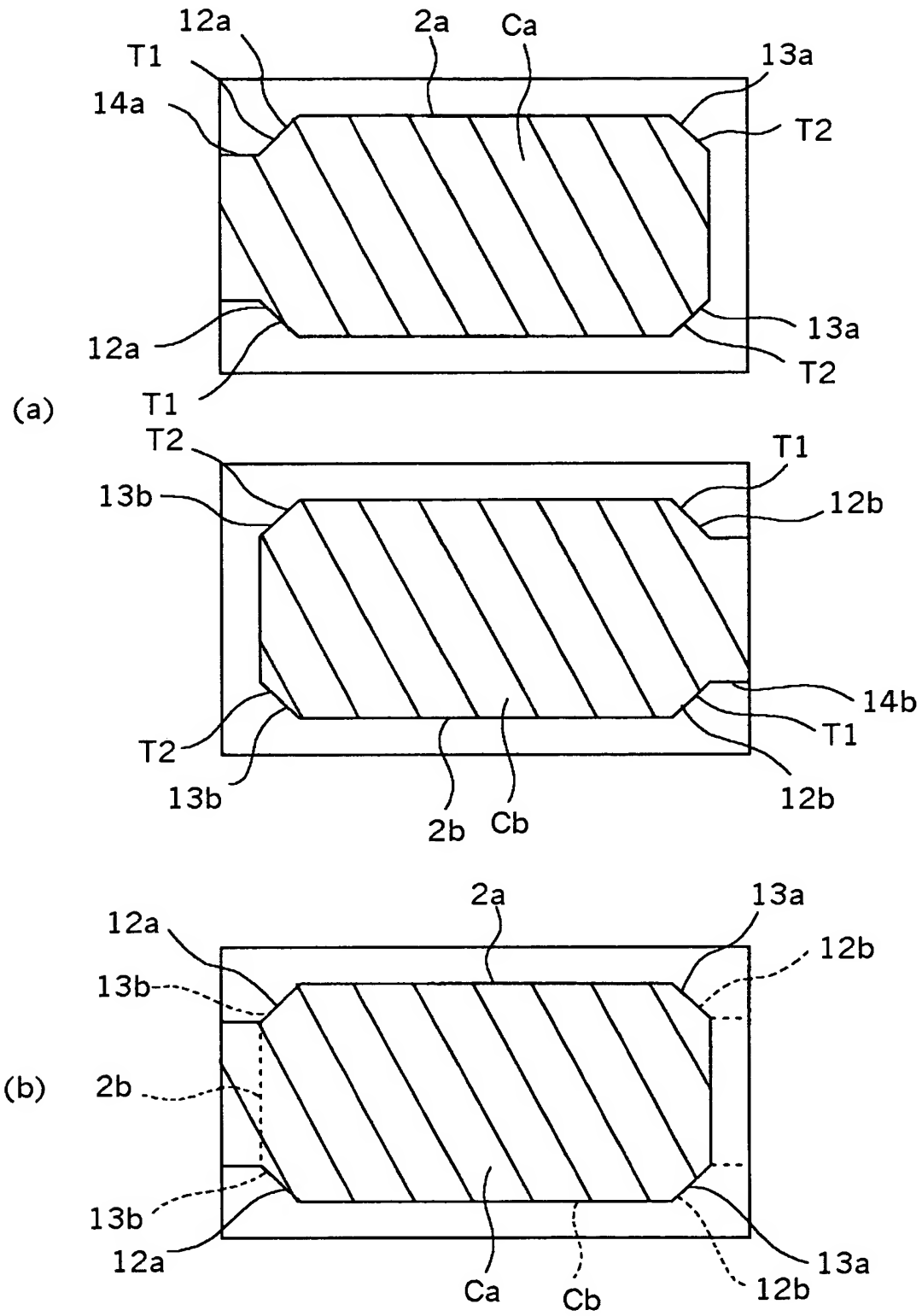




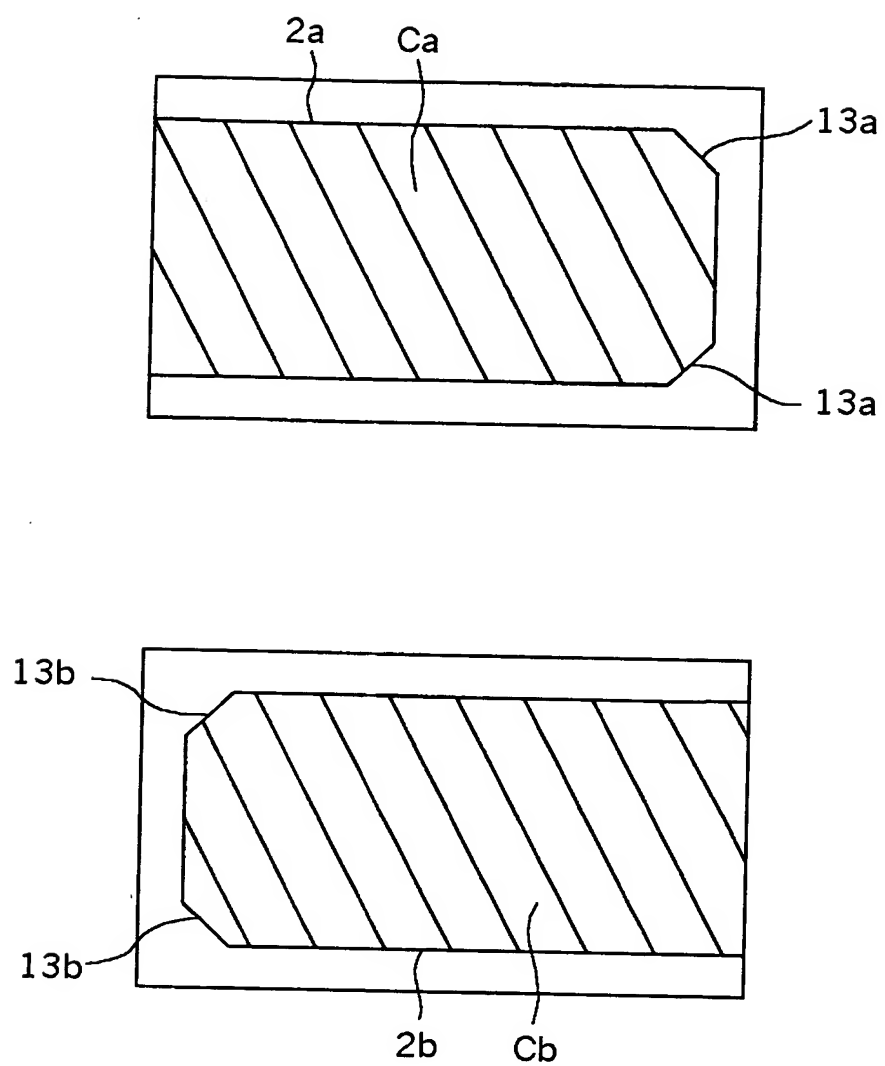
【図 3】



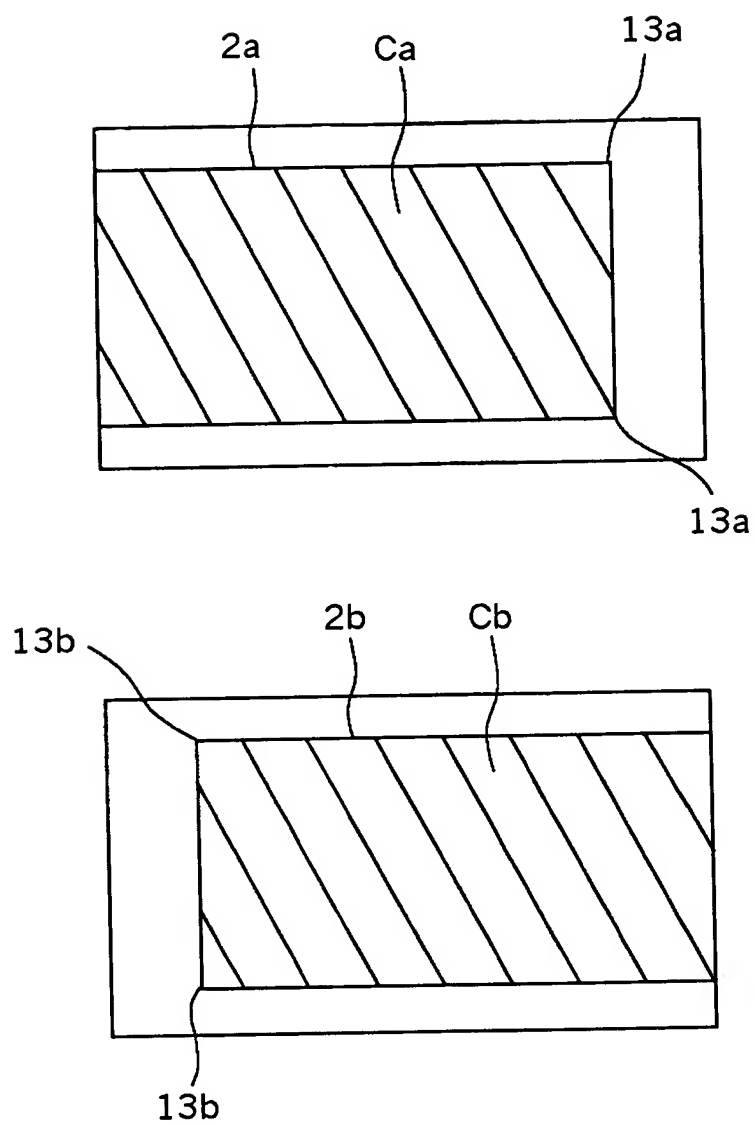
【図4】



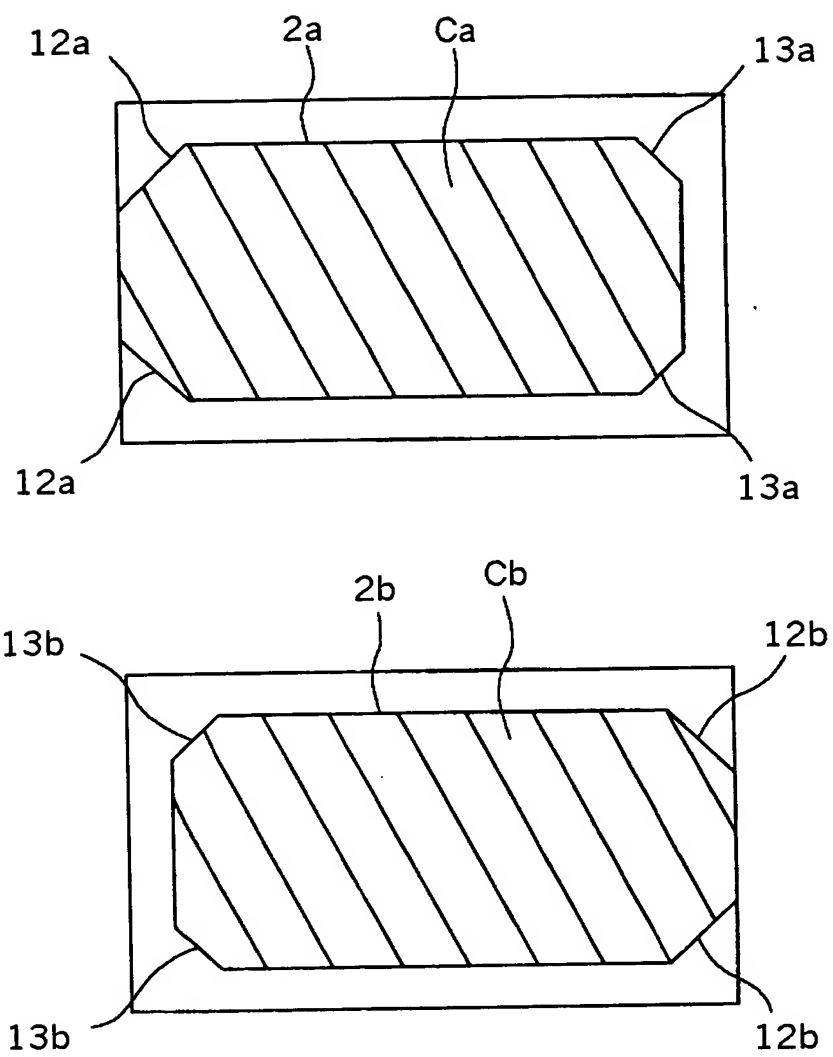
【図 5】



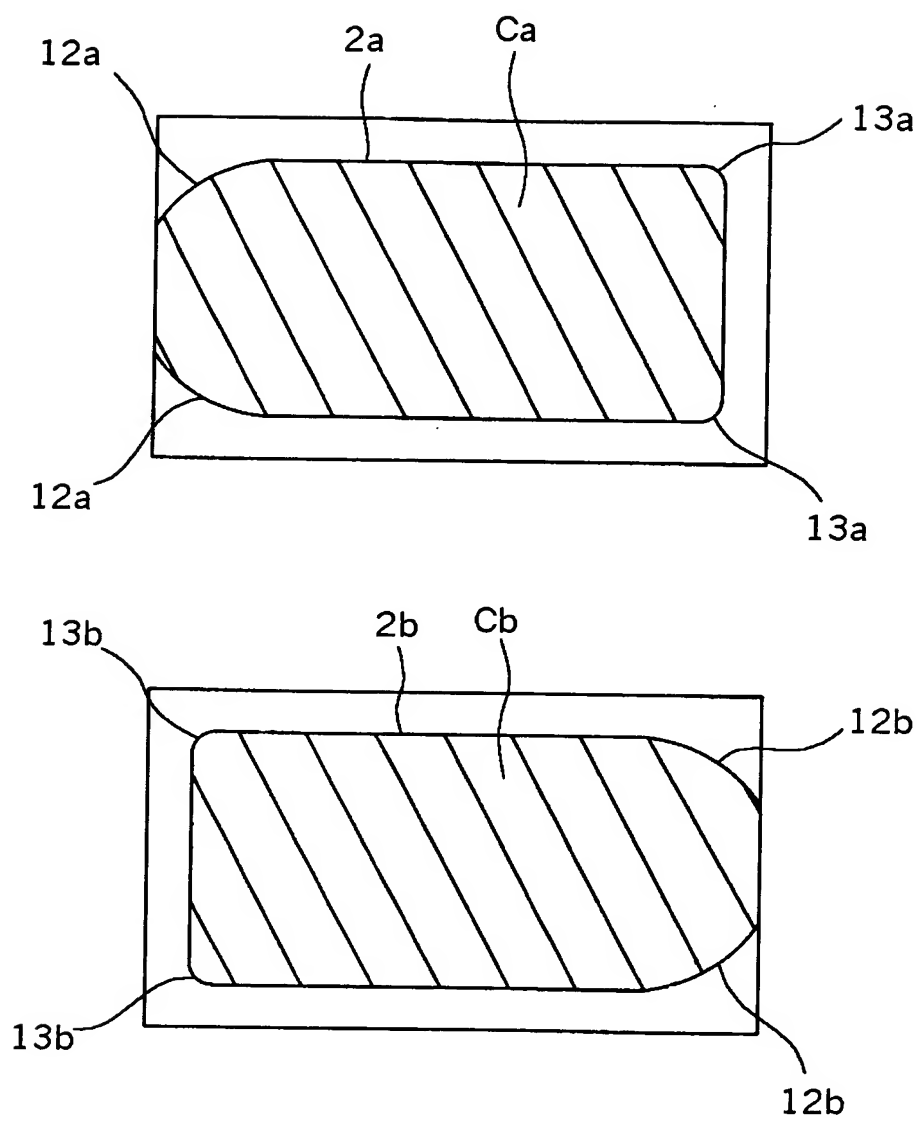
【図6】



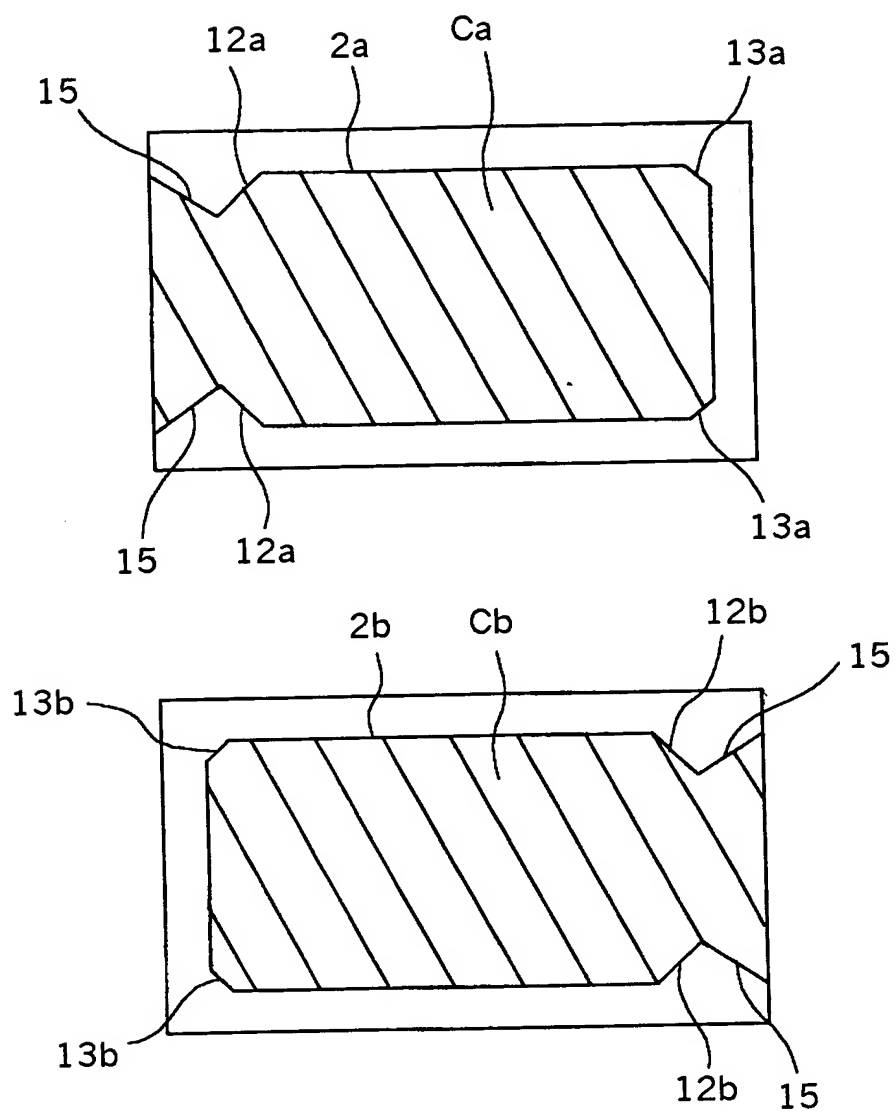
【図 7】



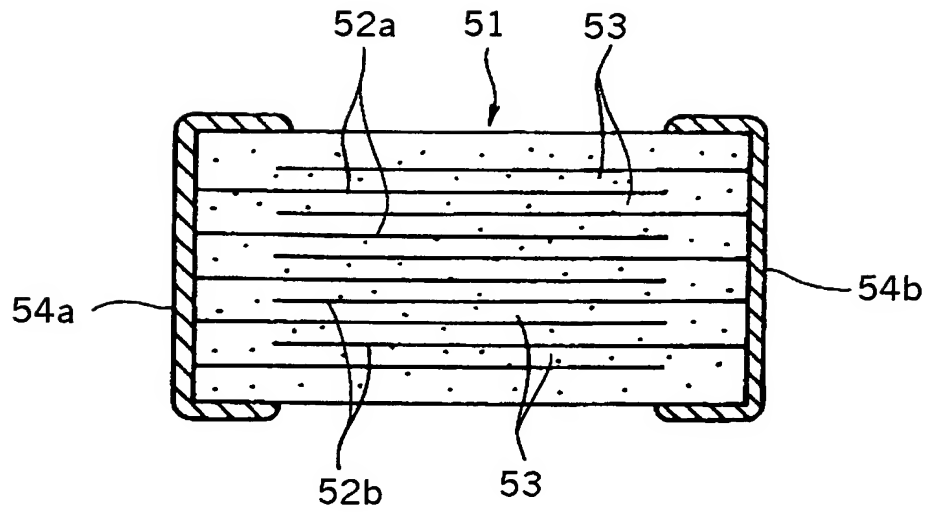
【図 8】



【図 9】

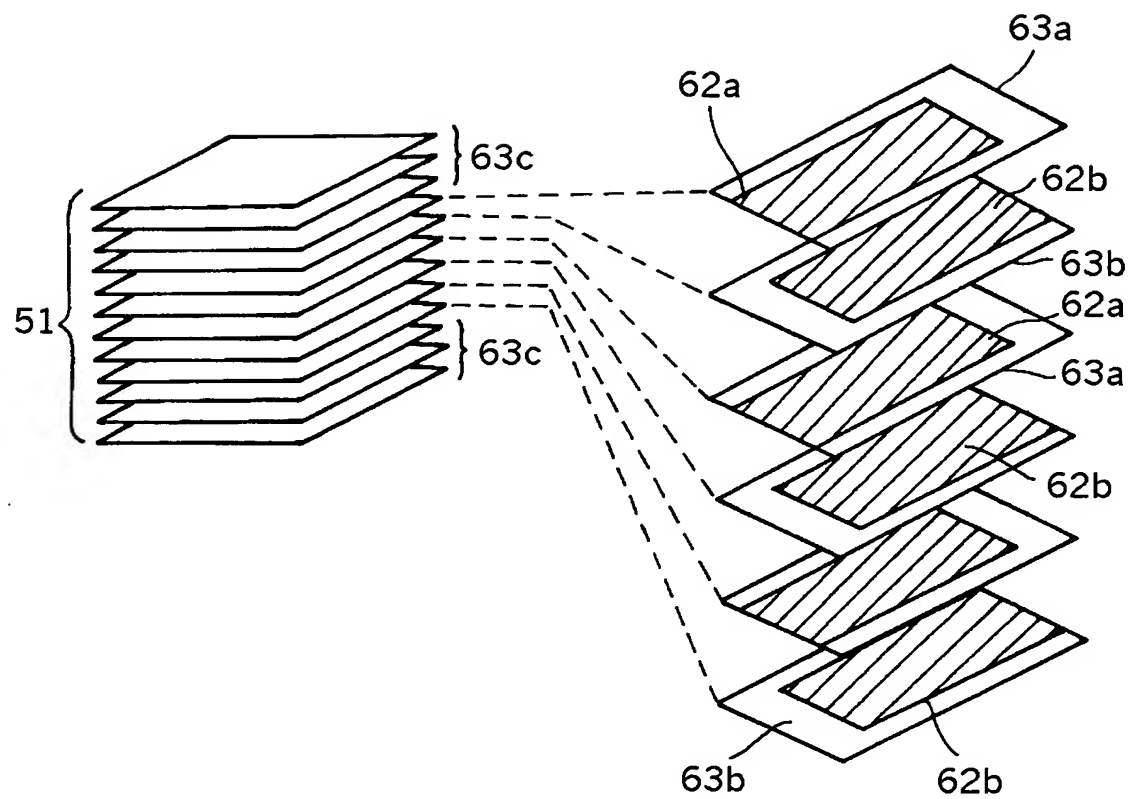


【図 1 0】

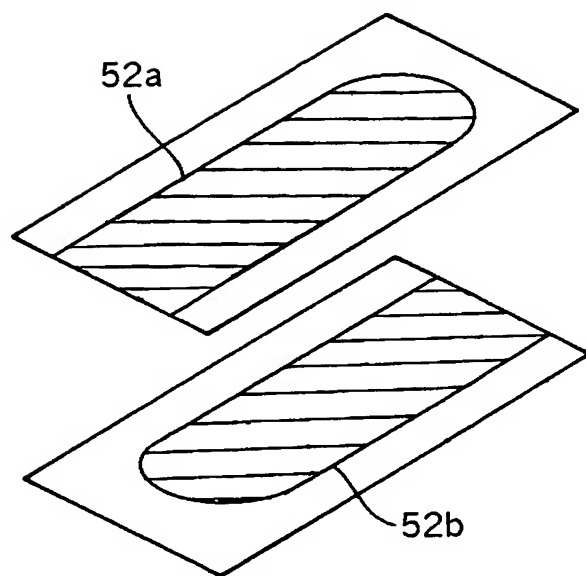




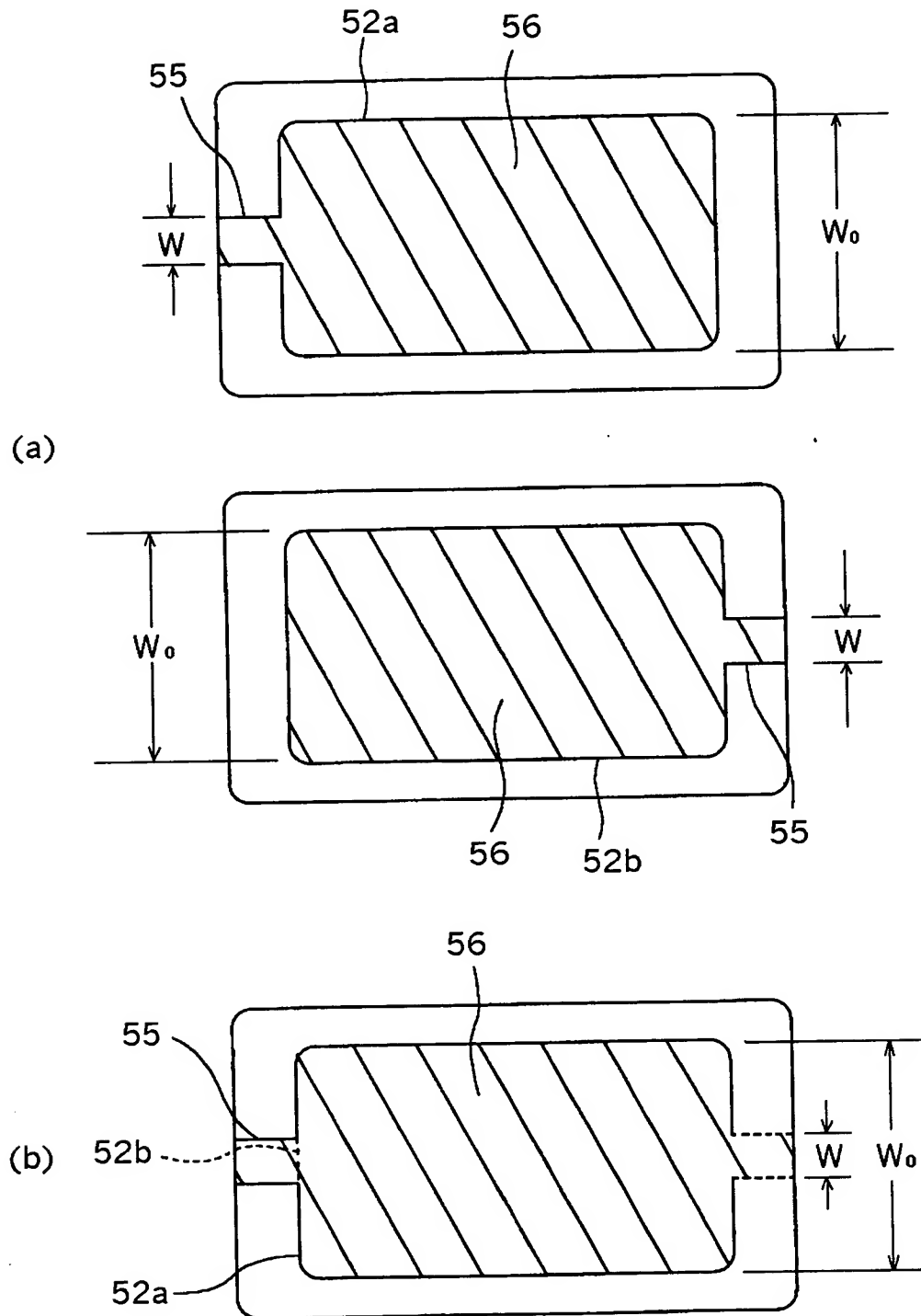
【図 1 1】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 はがれなどの構造欠陥がなく、信頼性の高い積層セラミック電子部品を提供する。

【解決手段】 交互にセラミック素子 1 の逆側の端面に引き出された、互いに対向する一対の内部電極 2 a, 2 b についてみた場合に、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側を、セラミック素子の引き出し側端面に近づくにつれて幅が徐々に狭くなる引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b を備えた形状とし、一対の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側とは逆側の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b を先端が切り落とされた形状とし、かつ、互いに対向する一方の内部電極 2 a, 2 b の引き出し側狭幅部 1 2 a, 1 2 b と、対向する他方の内部電極 2 a, 2 b の先端側コーナ部 1 3 a, 1 3 b とを、互いに正対しないように異なる形状とする。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 6 2 3 1 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	京都府長岡京市天神二丁目 2 6 番 1 0 号
氏 名	株式会社村田製作所